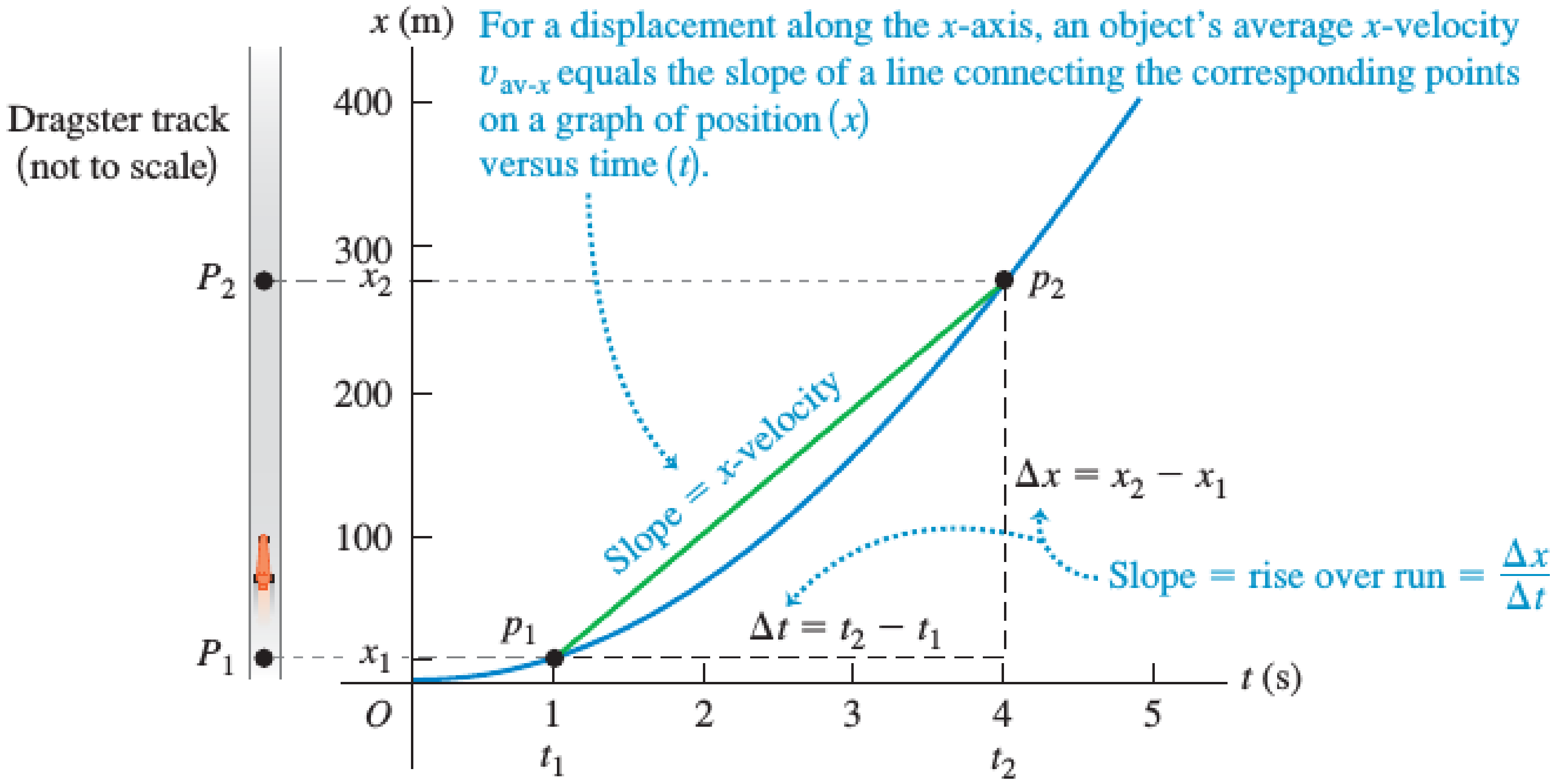
- Siempre que x es (+) y aumenta o es (-) y se hace menos negativa, la partícula se mueve en la dirección +x y la velocidad media es (+).

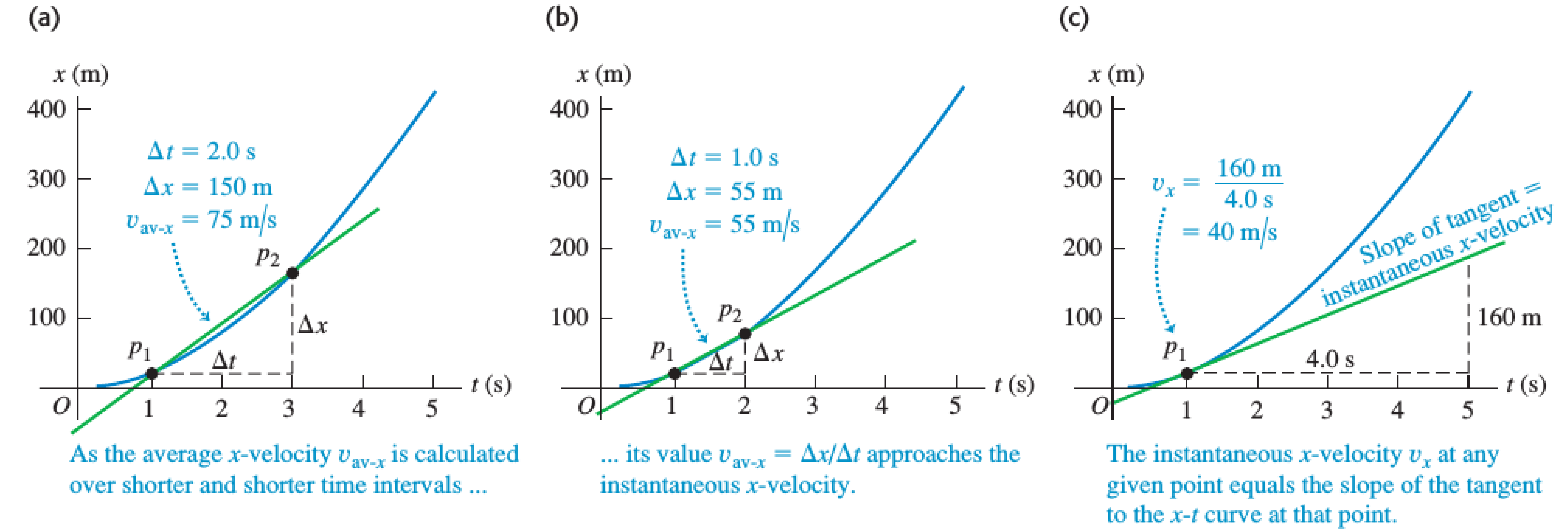
- Siempre que x es (+) y disminuya o es negativa y se hace más (-), la partícula se mueve en dirección -x y la velocidad media es (-).



Velocidad instantánea: es el límite de la velocidad media cuando el intervalo de tiempo se acerca a cero.

$$v_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \qquad (2.3)$$

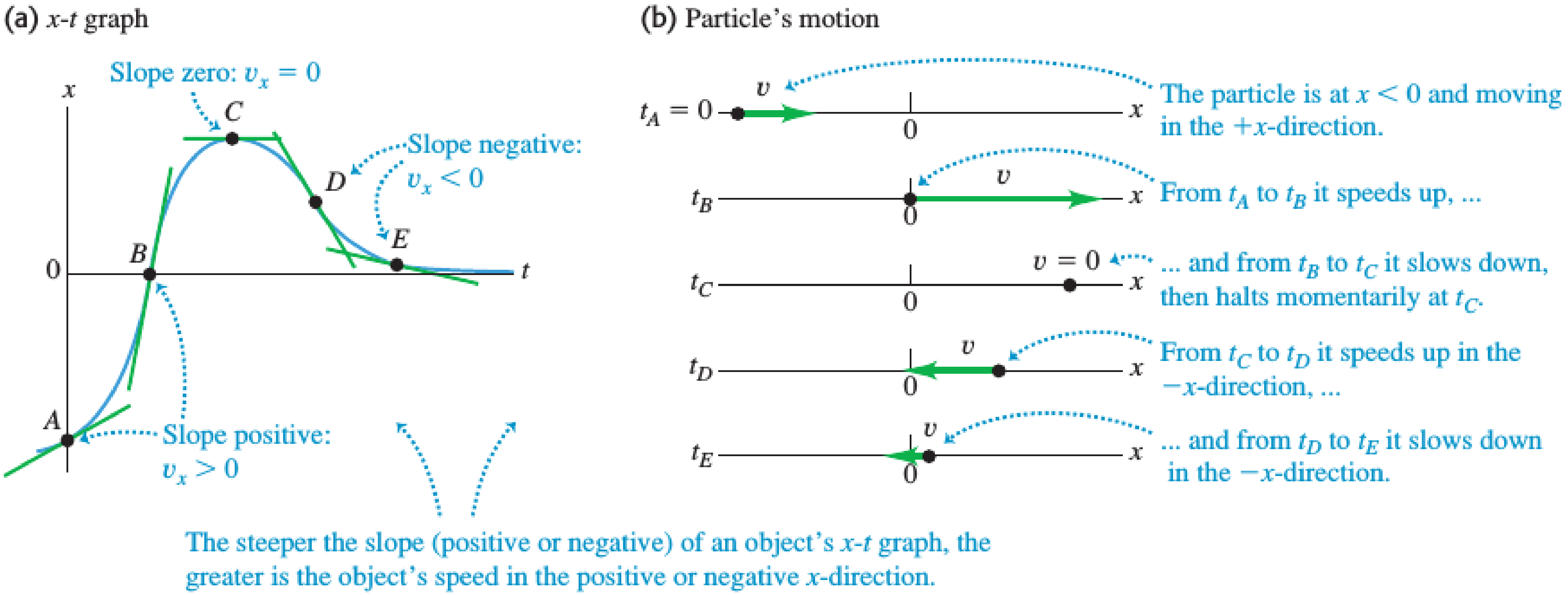
2.7 Using an x-t graph to go from (a), (b) average x-velocity to (c) instantaneous x-velocity v_x. In (c) we find the slope of the tangent to the x-t curve by dividing any vertical interval (with distance units) along the tangent by the corresponding horizontal interval (with time units).



En una gráfica de posición en función del tiempo para movimiento rectilíneo, la velocidad instantánea en cualquier punto es igual a la pendiente de la recta tangente a la curva en ese punto.

La rapidez es la magnitud de la velocidad instantánea

2.8 (a) The x-t graph of the motion of a particular particle. The slope of the tangent at any point equals the velocity at that point. (b) A motion diagram showing the position and velocity of the particle at each of the times labeled on the x-t graph.



2.3 Aceleración media e instantánea

Aceleración: cambio de la velocidad de un cuerpo con el tiempo

Aceleración media:

$$a_{\text{av-}x} = \frac{v_{2x} - v_{1x}}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \quad (2.4)$$

Aceleración instantánea: Es el límite de la aceleración media cuando el intervalo de tiempo se acerca a cero

$$a_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{dv_x}{dt} \quad (2.5)$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right) = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (2.6)$$

Ejemplo 1:

2.7 • **CALC** Un automóvil está detenido ante un semáforo. Después, viaja en línea recta y su distancia con respecto al semáforo está dada por $x(t) = bt^2 - ct^3$, donde $b = 2.40\ \text{m/s}^2$ y $c = 0.120\ \text{m/s}^3$. *a*) Calcule la velocidad media del automóvil entre el intervalo $t = 0$ a $t = 10.0$ s. *b*) Calcule la velocidad instantánea del automóvil en $t = 0$, $t = 5.0$ s y $t = 10.0$ s. *c*) ¿Cuánto tiempo después de que el auto arrancó vuelve a estar detenido?

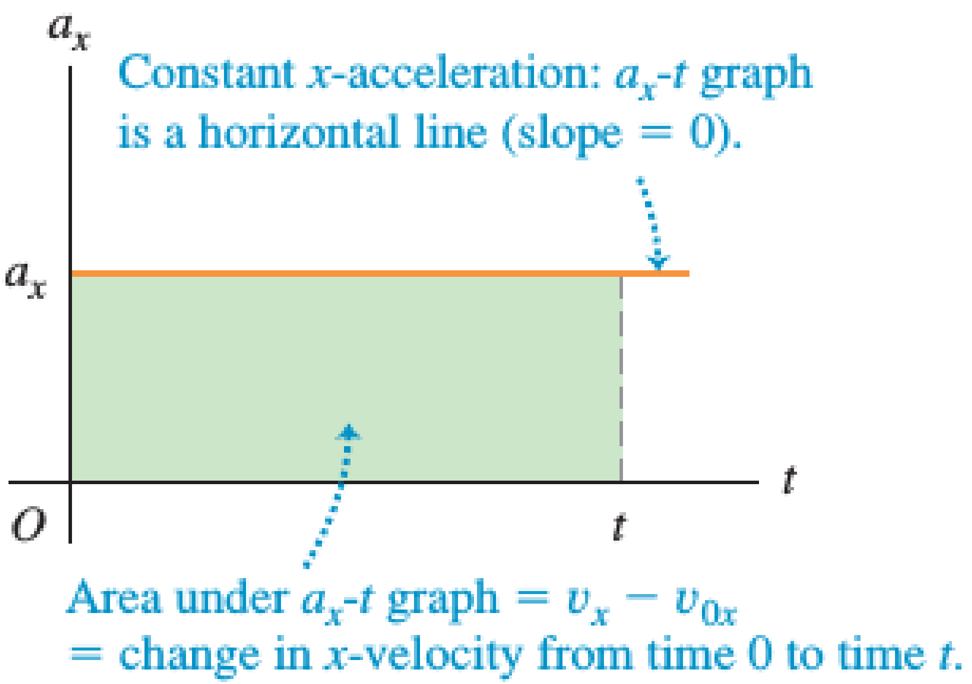
Ejemplo 2:

2.15 • **CALC** Una tortuga camina en línea recta sobre lo que llamaremos eje x con la dirección positiva hacia la derecha. La ecuación de la posición de la tortuga en función del tiempo es $x(t) = 50.0 \text{ cm} + (2.00 \text{ cm/s})t - (0.0625 \text{ cm/s}^2)t^2$. *a*) Determine la velocidad inicial, posición inicial y aceleración inicial de la tortuga. *b*) ¿En qué instante t la tortuga tiene velocidad cero? *c*) ¿Cuánto tiempo después de ponerse en marcha regresa la tortuga al punto de partida? *d*) ¿En qué instantes t la tortuga está a una distancia de 10.0 cm de su punto de partida? ¿Qué velocidad (magnitud y dirección) tiene la tortuga en cada uno de esos instantes? *e*) Dibuje las gráficas: x-t, v_x-t y a_x-t para el intervalo de $t = 0$ a $t = 40$ s.

2.4 Movimiento con aceleración constante

El movimiento acelerado más sencillo: rectilíneo con aceleración constante.
La velocidad cambia al mismo ritmo todo el tiempo.

2.16 An acceleration-time (a_x-t) graph for straight-line motion with constant positive x-acceleration a_x.



$$a_x = \frac{v_{2x} - v_{1x}}{t_2 - t_1} \quad (2.7)$$

$t_1 = 0$ $\quad v_{0x}$

$$v_x = v_{0x} + a_x t \quad (2.8)$$

2.17 A velocity-time (v_x-t) graph for straight-line motion with constant positive x-acceleration a_x. The initial x-velocity v_{0x} is also positive in this case.

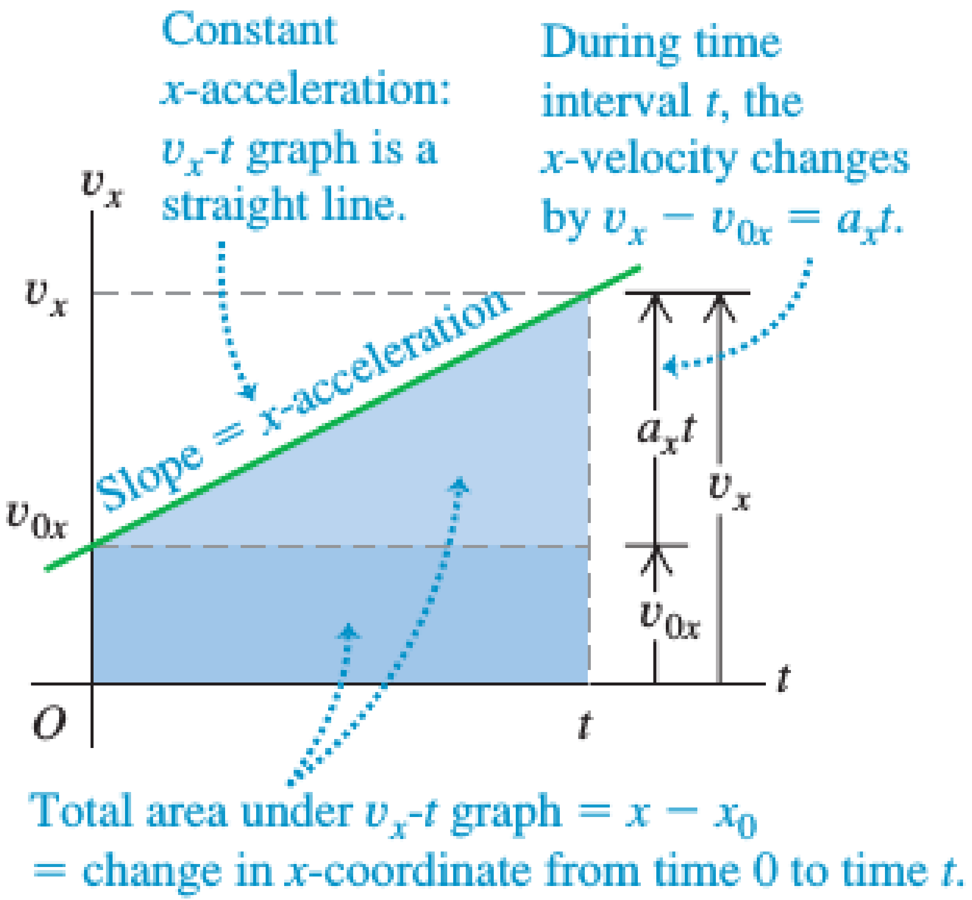
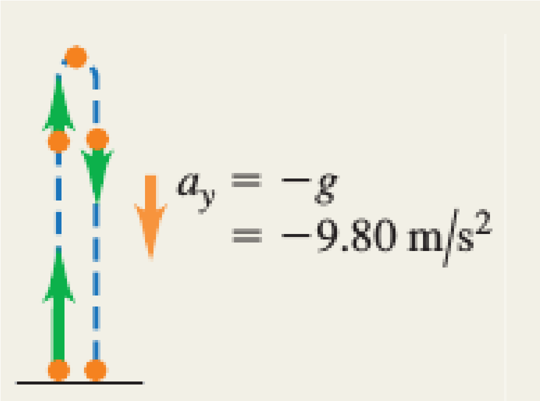


Table 2.4 Equations of Motion with Constant Acceleration

Equation		Includes Quantities			
$v_x = v_{0x} + a_x t$ (2.8)	t		v_x	a_x
$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2$ (2.12)	t	x		a_x
$v_x^2 = v_{0x}^2 + 2a_x(x - x_0)$ (2.13)		x	v_x	a_x
$x - x_0 = \left(\frac{v_{0x} + v_x}{2}\right)t$ (2.14)	t	x	v_x	

2.5 Cuerpos en caída libre

Galileo afirmó que los cuerpos caían con una aceleración constante e independiente de su peso (sin considerar fricción)



$$g = 9.8\ \mathrm{m/s^2} = 980\ \mathrm{cm/s^2} = 32\ \mathrm{ft/s^2}$$

En al superficie de la Tierra.

Sol: $g = 270\ \mathrm{m/s^2}$

Luna: $g = 1.6\ \mathrm{m/s^2}$

Sustituir en las ecuaciones anteriores *x* por *y*, a_y por *-g*

Ejemplo 3:

2.34 • En el instante en que un semáforo se pone en luz verde, un automóvil que esperaba en el cruce arranca con aceleración constante de 3.20 m/s^2. En ese mismo instante, un camión que viaja con rapidez constante de 20.0 m/s rebasa al automóvil. *a*) ¿A qué distancia de su punto de partida el automóvil alcanza al camión? *b*) ¿Qué rapidez tiene el automóvil en ese momento? *c*) Dibuje una gráfica x-t del movimiento de los dos vehículos, tomando $x = 0$ en el cruce. *d*) Dibuje una gráfica v_x-t del movimiento de los dos vehículos.

Ejemplo 4:

2.46 • Se lanza un huevo casi verticalmente hacia arriba desde un punto cerca de la cornisa de un edificio alto; al bajar, apenas elude la cornisa y pasa por un punto 30.0 m abajo de su punto de partida 5.00 s después de perder contacto con la mano que lo lanzó. Puede despreciarse la resistencia del aire. *a*) ¿Qué rapidez inicial tiene el huevo? *b*) ¿Qué altura alcanza respecto del punto de lanzamiento? *c*) ¿Qué magnitud tiene su velocidad en el punto más alto? *d*) ¿Qué magnitud y dirección tiene su aceleración en el punto más alto? *e*) Dibuje las gráficas a_y-t, v_y-t y y-t para el movimiento del huevo.

Usar 50m en vez de 30m

Ejercicios recomendados

4, 6, 10, 17, 28, 20, 23, 27, 28, 42, 44